Implementações e Testes do servidor Flask

1. TESTES COM SQLMAP

RELATÓRIO DE SEGURANÇA – SQL INJECTION NA ROTA /consulta

1.1. ANTES DA CORREÇÃO (VULNERÁVEL)

Código vulnerável:

```
query = f"SELECT nome, profissao, salario FROM pessoas WHERE
nome LIKE '%{termo}%'"
c.execute(query)
```

Problemas identificados:

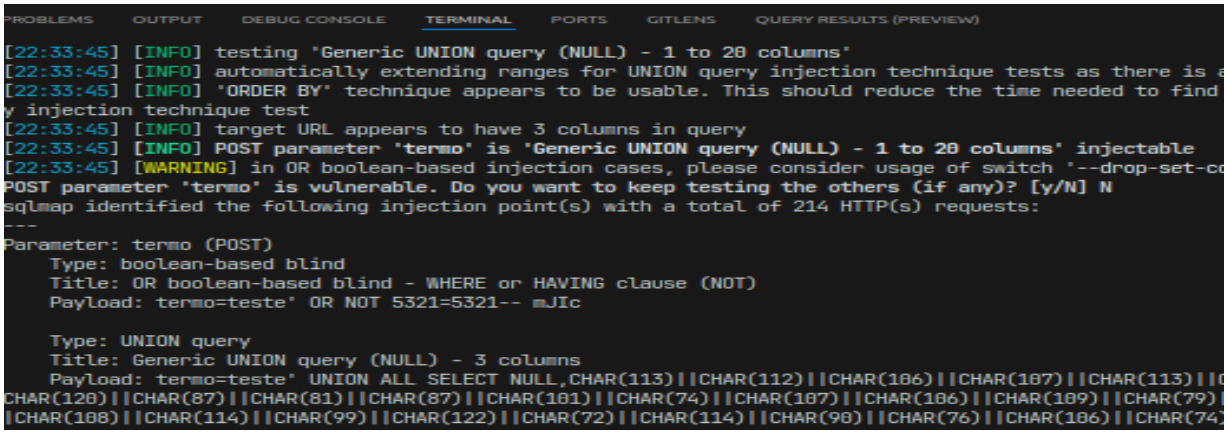
- Concatenação direta da entrada do usuário (termo) na query.
- Total ausência de parametrização.
- A aplicação não valida o tamanho ou formato da entrada.
- Sanitização ausente, expondo o HTML a injeção de scripts (XSS).

Testes realizados com sqlmap:

```
sqlmap -u "http://127.0.0.1:5000/consulta" --data="termo=teste"
--batch --level=5 --risk=3 --flush-session
```

Resultados:

- Parâmetro vulnerável: termo (POST)
- Banco de dados identificado: SQLite
- Técnicas exploradas com sucesso:
  - Boolean-based blind:
    termo=-1984' OR 4854=4854--
  - Time-based blind:
    termo=teste' OR 6220=LIKE(CHAR(...),UPPER(HEX(RANDOMBLOB(...))))--
  - UNION-based:
    termo=teste' UNION ALL SELECT NULL,NULL,CHAR(...)--



1.2. DEPOIS DA CORREÇÃO (SEGURO)

Código corrigido:

```
c.execute("SELECT nome, profissao, salario FROM pessoas WHERE
nome LIKE ?", ('%' + termo + '%',))
```

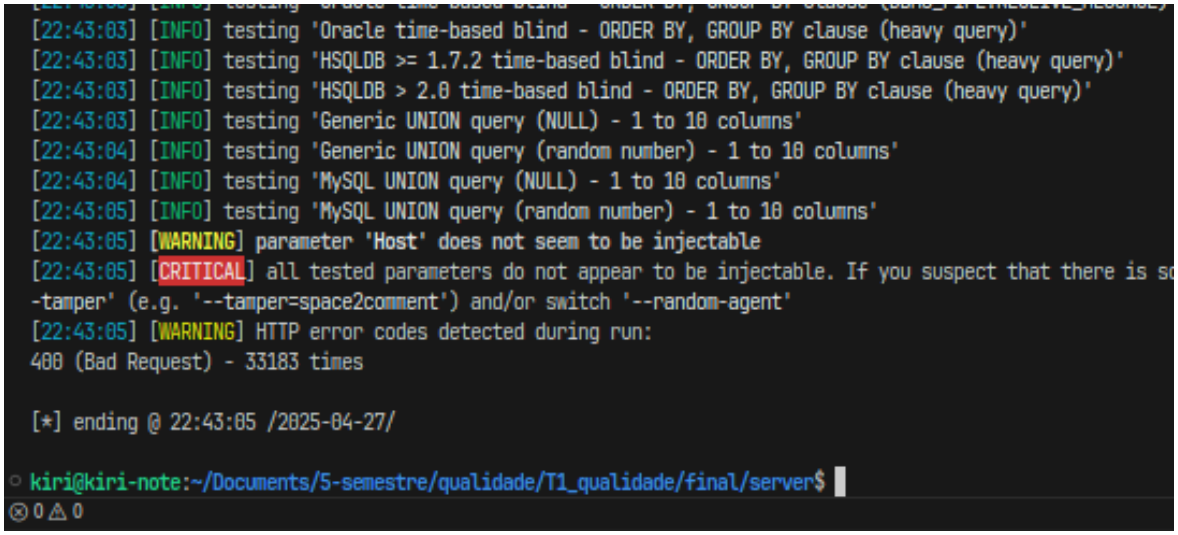
Medidas implementadas:

1. Parametrização segura da query (uso de ? com tupla).
2. Validação da entrada do usuário (vazia ou muito longa).
3. Sanitização com html.escape() antes de exibir no HTML.
4. Tratamento de exceções com try/except para evitar mensagens sensíveis.
5. Log de acessos para auditoria futura.

Reexecução dos testes com sqlmap:

Resultados obtidos:

[WARNING] POST parameter 'termo' does not seem to be injectable
[CRITICAL] all tested parameters do not appear to be injectable.

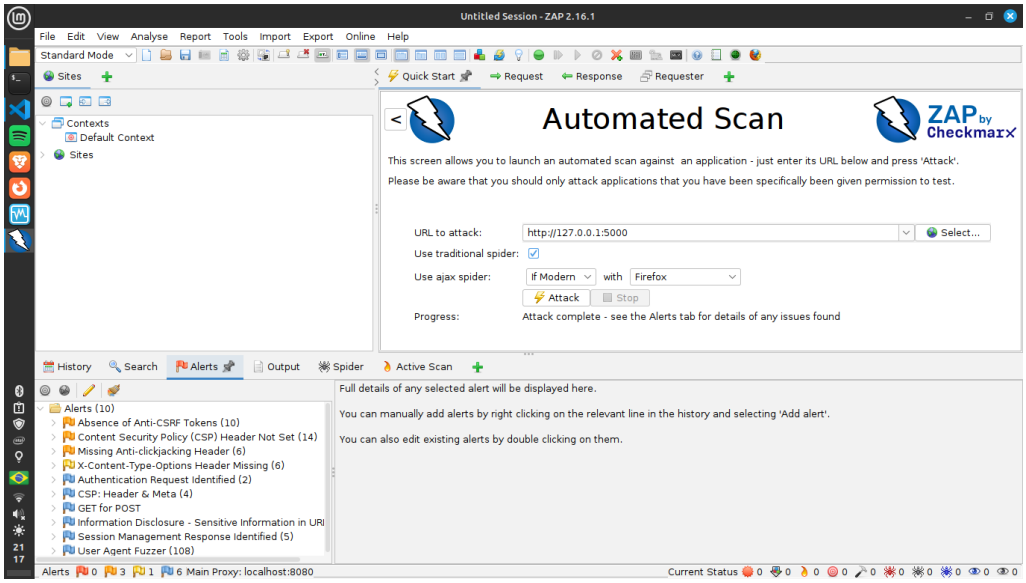


1.3. CONCLUSÃO

- A vulnerabilidade inicial permitia extração e manipulação arbitrária de dados via injeção SQL.
- Após as correções, a aplicação passou a seguir boas práticas de segurança:
  • Uso de parâmetros no SQL.
  • Validação e sanitização adequadas.
- O sistema se tornou resistente às técnicas utilizadas pelo sqlmap, como boolean, time-based e union.

2. TESTES COM OWASP ZAP

Antes da implementação de CSP, CSRF e Cookies de sessão:



4 Alertas de segurança, sendo 3 de risco médio, mostrando que o servidor estava suscetível a ataques de XSS e Clickjacking.

Medidas foram implementadas no código do servidor, definindo regras e políticas de segurança.

```
28  @app.after_request
29  def add_security_headers(response):
30      response.headers['Content-Security-Policy'] = (
31          "default-src 'self'; "
32          "script-src 'self'; "
33          "style-src 'self'; "
34          "font-src 'self'; "
35          "img-src 'self' data:; "
36          "connect-src 'self'; "
37          "frame-ancestors 'none'; "      DaviCMachado, 2 days ago
38          "object-src 'none'; "
39          "base-uri 'self'; "
40          "form-action 'self';"
41      )
42      response.headers['X-Frame-Options'] = 'DENY'
43      response.headers['X-Content-Type-Options'] = 'nosniff'
44      response.headers['Cache-Control'] = 'no-store'
45      response.headers['X-XSS-Protection'] = '1; mode=block'
46      return response
47
```

@app.after_request

Esse decorator é usado para definir uma função que será executada **após** o processamento de cada requisição. Isso permite modificar a resposta antes que ela seja enviada de volta ao cliente. No caso do código, ele está sendo usado para adicionar cabeçalhos de segurança à resposta HTTP.

Content-Security-Policy

Esse cabeçalho (CSP) controla quais recursos (scripts, imagens, fontes, etc.) podem ser carregados e executados no navegador, ajudando a evitar ataques como **Cross-Site Scripting (XSS)**. A política definida aqui é bem restritiva:

- **default-src 'self';**: Por padrão, só recursos do mesmo domínio da aplicação podem ser carregados.
- **script-src 'self';**: Apenas scripts do mesmo domínio são permitidos.
- **style-src 'self';**: Apenas estilos CSS do mesmo domínio são permitidos.
- **font-src 'self';**: Somente fontes do mesmo domínio podem ser carregadas.
- **img-src 'self' data:;**: Somente imagens do mesmo domínio ou imagens codificadas em base64 (usando `data:`) podem ser carregadas.
- **connect-src 'self';**: As conexões (AJAX, WebSockets, etc.) só podem ser feitas para o mesmo domínio.
- **frame-ancestors 'none';**: Nenhum conteúdo pode ser incorporado em iframes de outros domínios, prevenindo ataques de **clickjacking**.
- **object-src 'none';**: Nenhum conteúdo `object`, `embed` ou `applet` pode ser carregado, para evitar ataques através desses elementos.
- **base-uri 'self';**: O `<base>` HTML (que define o caminho base para URLs relativas) só pode apontar para o mesmo domínio.
- **form-action 'self';**: Os formulários só podem ser enviados para o mesmo domínio, prevenindo redirecionamentos maliciosos.

X-Frame-Options

Esse cabeçalho impede que sua página seja carregada dentro de um iframe de outro site, ajudando a prevenir **clickjacking**. O valor `DENY` significa que a página não pode ser carregada em nenhum iframe.

X-Content-Type-Options

Esse cabeçalho impede que o navegador tente adivinhar o tipo de conteúdo de um arquivo, forçando o navegador a respeitar o tipo MIME especificado. O valor `nosniff` ajuda a prevenir ataques de **MIME sniffing**, onde um atacante pode enganar o navegador para que ele interprete um arquivo de maneira incorreta (exemplo: tratar um arquivo malicioso como se fosse inofensivo).

Cache-Control

Esse cabeçalho instrui o navegador a não armazenar a resposta em cache. O valor `no-store` garante que a resposta não será armazenada, o que é importante para garantir que informações sensíveis não fiquem armazenadas no cache do navegador, principalmente em páginas que contenham dados privados.

X-XSS-Protection

Esse cabeçalho ativa a proteção contra **Cross-Site Scripting (XSS)** nos navegadores que suportam. O valor `1; mode=block` faz com que o navegador tente bloquear a execução de scripts maliciosos em caso de detecção de um ataque XSS. Se um XSS for detectado, a página será bloqueada e não renderizada.

Fluxo de execução

O código é executado da seguinte maneira:

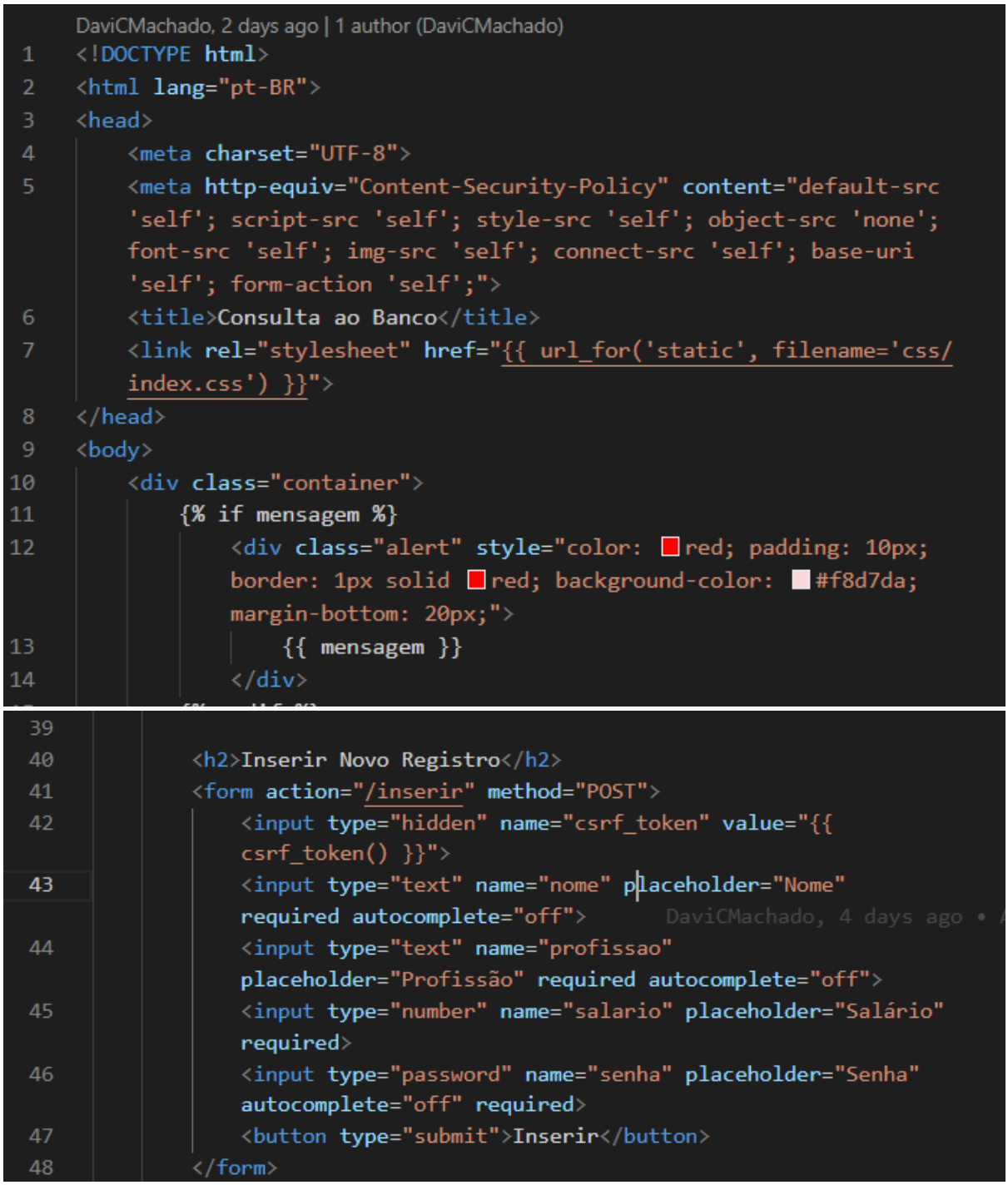
1. Quando uma requisição é recebida, o Flask processa essa requisição normalmente.

2. Depois que a resposta é gerada, a função `add_security_headers` é chamada, antes de enviar a resposta ao cliente.

3. Os cabeçalhos de segurança são adicionados à resposta.

4. A resposta, agora com os cabeçalhos de segurança, é enviada de volta ao cliente.

Medidas implementadas no HTML:

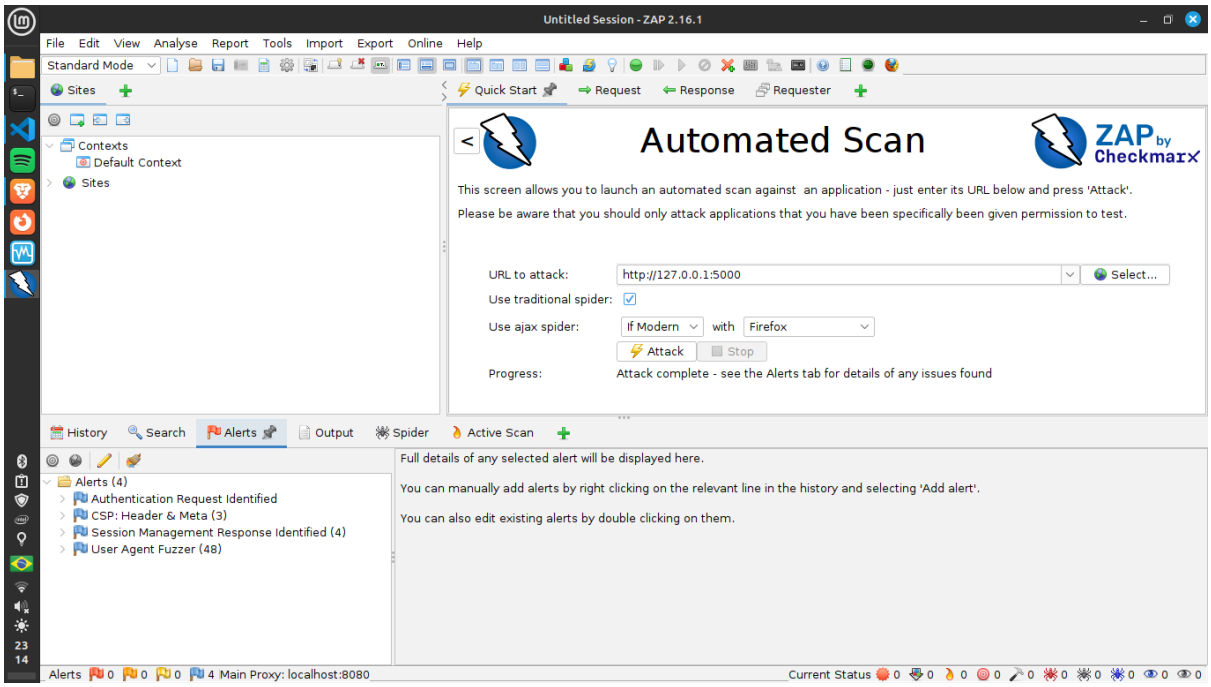


```
DaviCMachado, 2 days ago | 1 author (DaviCMachado)
<!DOCTYPE html>
<html lang="pt-BR">
<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta http-equiv="Content-Security-Policy" content="default-src
    'self'; script-src 'self'; style-src 'self'; object-src 'none';
    font-src 'self'; img-src 'self'; connect-src 'self'; base-uri
    'self'; form-action 'self';">
    <title>Consulta ao Banco</title>
    <link rel="stylesheet" href="{{ url_for('static', filename='css/
    index.css') }}">
</head>
<body>
    <div class="container">
        {% if mensagem %}
            <div class="alert" style="color: red; padding: 10px;
            border: 1px solid red; background-color: #f8d7da;
            margin-bottom: 20px;">
                {{ mensagem }}
            </div>
```

```
        <h2>Inserir Novo Registro</h2>
        <form action="/inserir" method="POST">
            <input type="hidden" name="csrf_token" value="{{
            csrf_token() }}">
            <input type="text" name="nome" placeholder="Nome"
            required autocomplete="off">      DaviCMachado, 4 days ago •
            <input type="text" name="profissao"
            placeholder="Profissão" required autocomplete="off">
            <input type="number" name="salario" placeholder="Salário"
            required>
            <input type="password" name="senha" placeholder="Senha"
            autocomplete="off" required>
            <button type="submit">Inserir</button>
        </form>
```

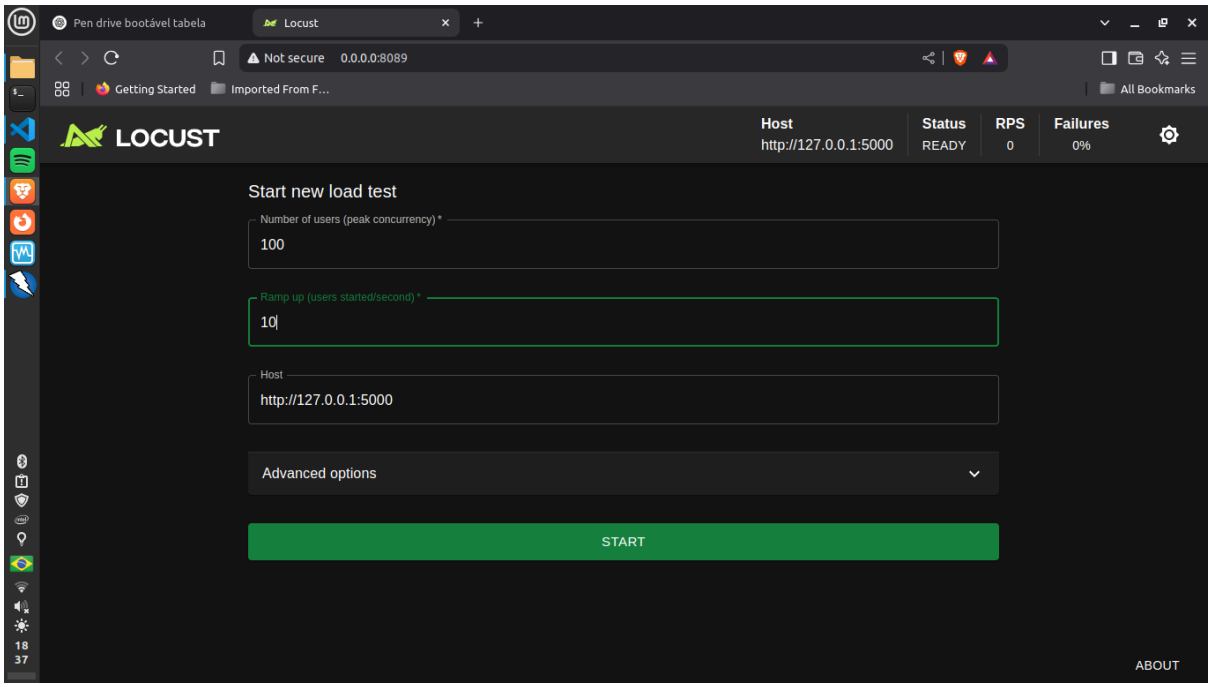
Adição de uma metatag definindo o CSP semelhante ao esperado pelo servidor e uso de input hidden do token csrf de sessão única.

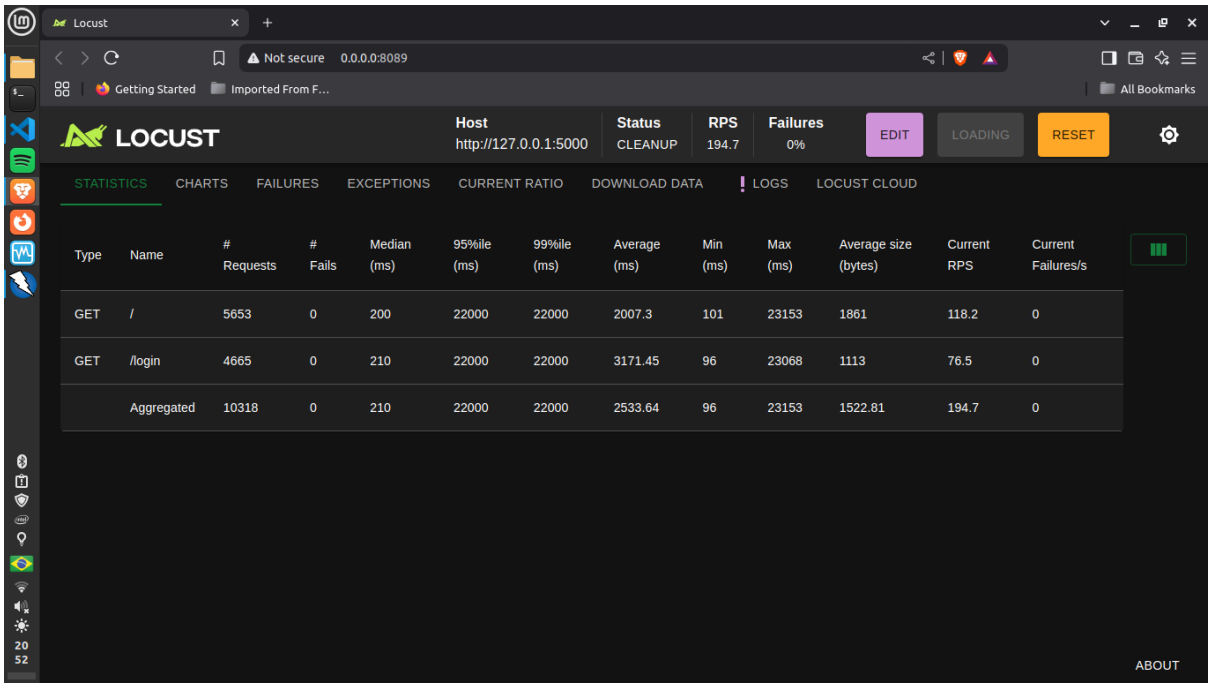
Após implementar medidas de segurança:



Nenhum alerta de risco, apenas alertas informacionais.

3. Testes de Carga (Resiliência)





Usando a ferramenta LOCUST testamos os seguintes casos:

a) Testes de Carga (Load Testing)

Teste 1
MAX de usuarios: 100
Incremento de Usuarios por segundo: 10
Tempo entre cada requisição: 3-6 seg

Resultados:

Média | Mínimo | Máximo
26 ms | 4 ms | 113 ms
Zero falhas

Teste 2
MAX de usuarios: 200
Incremento de Usuarios por segundo: 20
Tempo entre cada requisição: 3-6 seg

Resultados:

Média | Mínimo | Máximo
45 ms | 4 ms | 269 ms
Zero falhas

Teste 3
MAX de usuarios: 500
Incremento de Usuarios por segundo: 50
Tempo entre cada requisição: 3-6 seg

Resultados:

Média | Mínimo | Máximo
93 ms | 4 ms | 611 ms
Zero falhas

b) Testes de Resiliência (Stress Testing)

Teste 1
MAX de usuarios: 1000
Incremento de Usuarios por segundo: 100
Tempo entre cada requisição: 1-3 seg

Resultados:

Média | Mínimo | Máximo
2527 ms | 96 ms | 23152 ms
Zero falhas

Teste 2
MAX de usuarios: 500
Incremento de Usuarios por segundo: 0 (já começa com 500 users)
Tempo entre cada requisição: 3-6 seg

Resultados:

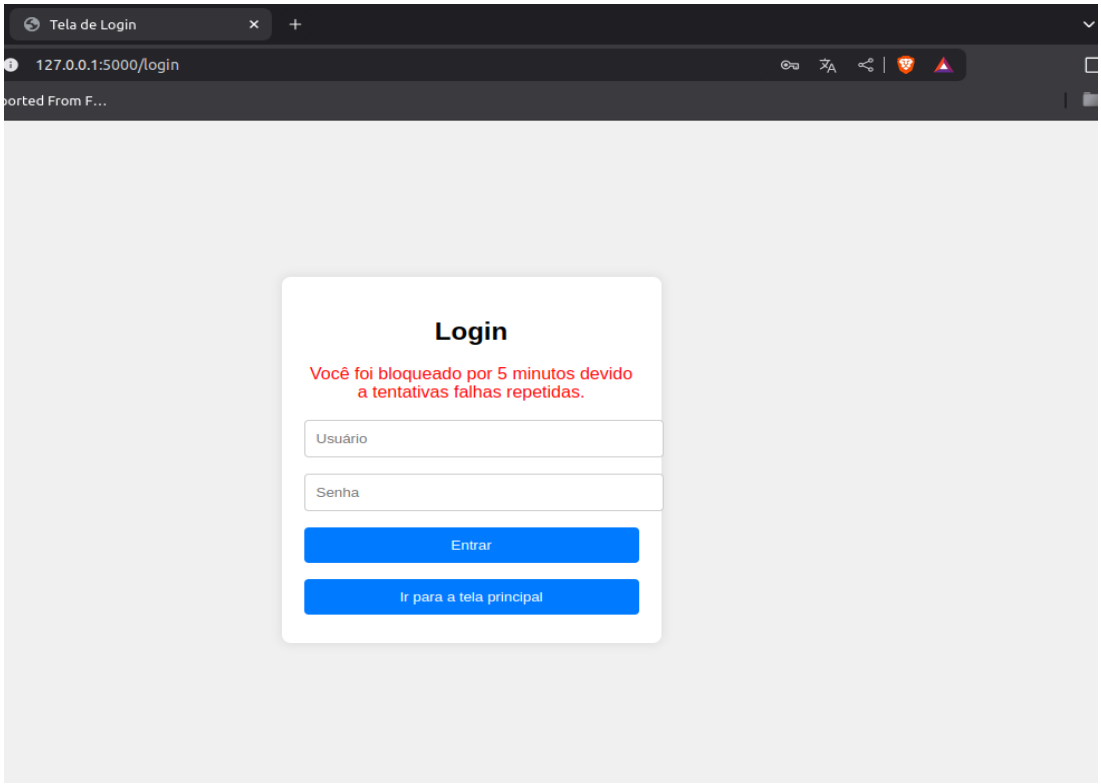
Média | Mínimo | Máximo
121 ms | 4 ms | 4139 ms
Zero falhas

Conclusão

Os testes realizados demonstraram que o servidor é capaz de lidar
com altas quantidades de requisições simultâneas sem falhas,
mantendo uma boa performance mesmo em condições de carga extrema.
A média de tempo de resposta foi adequada em todos os testes,
com uma variação aceitável no máximo de requisições por segundo.

Outras implementações:

O sistema possui um limitador de tentativas de login, limitando cada sessão a 5 tentativas por minuto, baseado no IP do usuário.
Um mesmo usuário pode errar até 3 vezes consecutivas.
Se passar disso, o usuário sofre time-out de 5 minutos.



O sistema também possui um sistema de log que registra acessos aos recursos do servidor por parte dos usuários e também erros e exceções.